

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al–Mg

Хомутов М.Г.

Руководитель - к.т.н., Солонин А.Н.

НИТУ «МИСиС», г. Москва, khomutov@misis.ru

В настоящее время одной из основных задач разработки и производства новых алюминиевых сплавов является повышение прочности на 10 – 15 % в широком интервале рабочих температур. Решение поставленной задачи позволит создавать конкурентоспособные изделия в отечественном авиастроении.

Для повышения свойств промышленных сплавов широко используется ТМО. Однако механизмы формирования структуры алюминиевых сплавов при ТМО изучены не полностью, что затрудняет использование существующих систем легирования в промышленности, в особенности в авиационном комплексе. Поэтому сегодня для повышения прочностных свойств алюминиевых сплавов минимум на 20% используют легирование дорогими и редкими элементами, что существенно увеличивает стоимость конечных изделий. Исследование поведения материала во время горячей деформации позволит построить математические модели изменения напряжения течения материала от температурно-скоростных показателей деформации.

Целями данной работы является:

- 1) освоение методики расчёта констант горячей деформации в условиях одноосного сжатия плоских образцов;
- 2) определение влияния состава и технологических параметров горячей деформации на напряжение течения сплавов системы Al – Mg в условиях одноосного сжатия.

В качестве объектов исследования использовали модельные сплавы на основе систем Al – Mg. Составы исследованных сплавов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав исследуемых сплавов по данным спектрального анализа

Сплав	Массовая доля компонентов, %		
	Mg	(Fe + Si)	Al
Al – 0,8 Mg	0,76	<0,01	ост.
Al – 1,4 Mg	1,39	<0,01	ост.
Al – 3,8 Mg	3,82	<0,01	ост.
Al – 5,2 Mg	55,2	<0,01	ост.
Al – 9 Mg	8,93	<0,01	ост.
Al – 11 Mg	11	<0,01	ост.

Гомогенизационный отжиг слитков полученных сплавов проводили при 435 °С в течение 6,5 часов и закалку в воду после выдержки при 440 °С в течение 1 часа. Далее из слитков изготавливали образцы для испытаний размером (20x15x10) мм.

Для проведения испытаний на одноосное сжатие был использован комплекс физического моделирования Gleeble System 3800. Испытания проводили при давлении в рабочей камере 10^{-1} мм рт. ст. Для уменьшения поверхностных сил трения на образцы наносилась графитовая смазка. Образцы зажимались между плоскими бойками прямоугольной формы с возможностью течения металла. Для контроля температуры к образцам прижималась контактная термопара (рисунок 1).

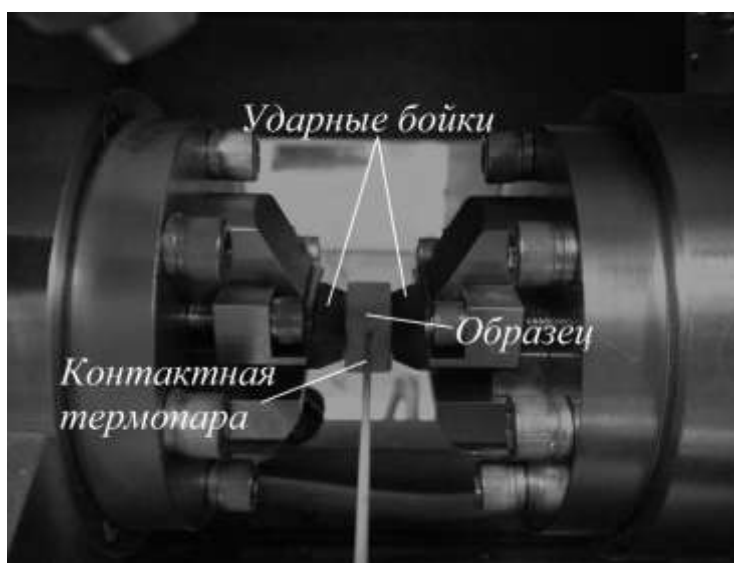


Рисунок 1 – Образец перед испытанием в рабочей камере комплекса Gleeble System 3800

Образцы деформировали одноосным сжатием (plane – strain) в диапазоне температур от 100 °С до 450 °С и скоростях деформирования от 0,01, 0,1, 1 и 10 с⁻¹. Степень деформации образцов составляла 83 %.

В результате испытаний получали кривые истинное напряжение – истинная деформация исследуемых сплавов в зависимости от температурно–скоростных параметров деформации.

На рисунке 2а приведён пример первичных кривых деформации для сплава Al – 3,8 Mg при скорости деформации 1 с⁻¹ при разных температурах. На рисунке 2б приведён пример первичных кривых деформации для этого же сплава при температуре 300 °С и разных скоростях деформации.

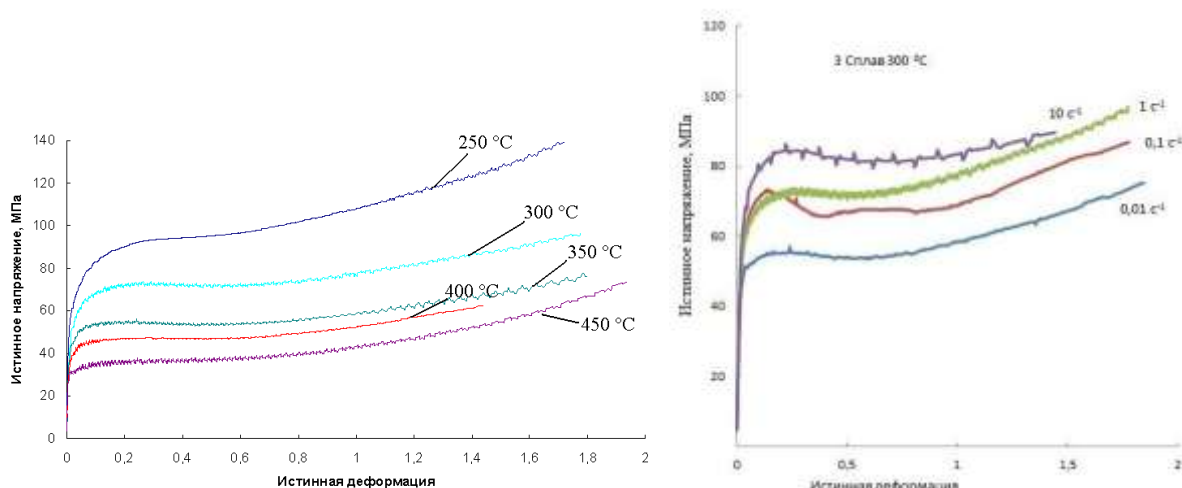


Рисунок 6 – Кривые истинные напряжения – истинная деформация сплава Al – 3,8 Mg:

а - при начальной скорости деформации 1 s^{-1}

б – при температуре деформации 300°C с разными начальными скоростями деформации

Влияние температуры и скорости деформации описывали с помощью параметра Зинера – Холломона с помощью классического экспоненциального уравнения, представленного ниже [1]:

$$Z = \dot{\varepsilon}' \exp\left(\frac{Q}{RT}\right) = f(\sigma) = \begin{cases} A' \sigma^{n'} \\ A'' \exp(\beta \sigma) \\ A [\sinh(\alpha \sigma)]^n \end{cases},$$

где $\dot{\varepsilon}'$ – скорость деформации;

$A, A', A'', n', n, \beta, \alpha$ – константы материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список использованных источников:

1. Seyed Ali Asghar Akbari Mousavi, Majid Meisami, Investigation on Zener-Hollomon parameter of a medium carbon low alloy of 1Cr-1Mn-1.5Ni-1Si-0.1v under hot compression test, School of Metallurgy and Materials Engineering, University Collge of Engineering, University of Tehran, Tehran, Roznov pod Radhostem, Czech Republic, EU, 18. - 2010.